

К ТЕКТОНИКЕ И ТЕРМИНОЛОГИИ НЕОРДИНАРНЫХ СТРУКТУР ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМ

В статье по разработанной автором систематике дается описание тектоники структур Восточно-Европейской платформы: Онежского рифтогенного овоида, клинораздвиговых систем: Тимано-Печорской и Вилуйской (Сибирская платформа), а также Прикаспийской глубинной синеклизы с ее ангулярной предысторией.

This article, according to the classification elaborated by the author, gives the tectonics description of structures of the East part of European platform: the Onega riftogenic ovoid, wedge-apart systems: Timan-Pechora and Vilyui (Sibirean platform), as well as Caspian Sea region deer syneclyse with its angular prehistory.

Неоднозначность тектонической терминологии по отношению к широко известным структурам Восточно-Европейской и Сибирской платформ соответствует их сложности и уникальности. Речь идет об **Онежской** «мульде», **Тимано-Печорской** «молодой платформе», **Прикаспийской** «синеклизе» и **Вилуйской** «впадине». Вставляя эти термины в кавычки, автор попытается показать далее, что они весьма неудачные, не соответствующие истинной природе этих структур. Большое значение для уточнения сущности этих структур имели детальные геофизические исследования. Интерес к ним повышается благодаря наличию минеральных ресурсов — нефтегазоносности Тимано-Печорской, Вилуйской и Прикаспийской и рудоносности — Онежской.

Привлечь к ним внимание заставляет необходимость определения их принадлежности к типу **ангулярных** [6, 7] и **овоидных** структур. Прямое отношение к «углам» имели Н. С. Шатский и Г. Штиле. Первый из них [12] подчеркнул значение **внутренних углов** в Восточно-Европейской платформе. Он различал Североуральский и Астраханский углы, образующиеся на пересечении периферических разломов. Г. Штиле акцентировал внимание на Бискайском и Гибралтарском углах в «позднеальгонской регенерации Европы». Впечатляет общий вывод Н. С. Шатского, что «... внутренние углы платформ могут быть ... и более *глубокими структурами* (курсив мой — Л. К.), измеряемыми сотнями километров в глубину. В таком случае те различия в колебаниях геосинклинальных полос и платформ, которые вызывают во внутренних углах *раскалывающие и растягивающие усилия* (курсив мой — Л. К.) и дающие попере-

ные краевые структуры, могут быть очень сильными — они могут захватывать огромные области» [12, с. 452].

Развивая это положение автор в журнале «Геотектоника» (1987, № 4) писал, что *клинораздвиговые зоны*, принадлежащие к своеобразным рифтогенным образованиям, относятся к тектоническим структурам, имеющим тенденцию расхождения под углом граничных сооружений. Последние имели разные плотности и другие физические характеристики. Одновременно имела место длительная эволюция глубинных неоднородностей. В секториальном пространстве проявлялись процессы гравитационной дифференциации, сопровождающиеся тепломассопереносом относительно легкого материала из глубин [6]. При резком плотностном различии соседних структур происходило секториальное клиновидное растяжение, поддерживаемое асимметричным астеносферным диапиром клиновидной формы.

Тимано-Печорская ангулярная структура соответствует Североуральскому углу (по Н. С. Шатскому) и относится к клинораздвиговой системе [6]. Зональность магнитного поля с линейными магнитными максимумами северо-западного простирания, разломные ограничения структурных зон того же направления, значительная (1,5–2,0 до 3,0–8,0 км) амплитуда между положительными и депрессионными структурными элементами, а также геологические данные, свидетельствующие о раздробленности древнего кристаллического фундамента, наличие рифейско-палеозойских авлакогенов — все это подчеркивает особую тектоническую обстановку, существовавшую при формировании этого региона.

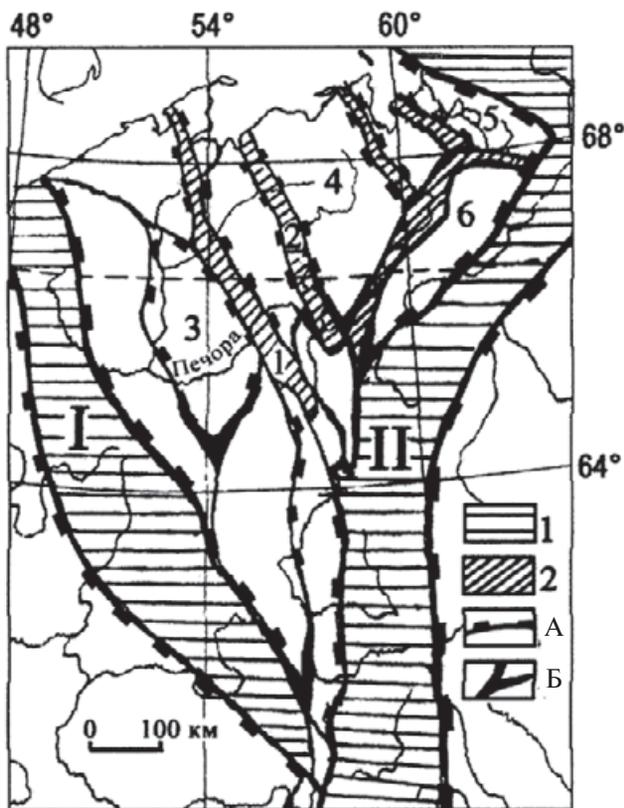


Рис. 1. Тимано-Печорская клинораздвиговая нефтегазоносная провинция. (По [1], с изменениями)

I – структуры обрамления: *I* – Тиман, *II* – Урал; 2 – мегавалы: 1 – Печоро-Кожвинский, 2 – Колвинский; впадины: 3 – Ижемская, 4 – Хорейверская, 5 – Коротихинская, 6 – Косью-Роговская. *A* – границы крупных структур; *B* – угловые структуры

В сводке по тектонике Тимано-Печорской провинции [1] приводятся краткие данные о ее фундаменте, залегаемом под среднеюрско-ранне-меловым чехлом, и ее нефтегазоносности. Так, в центральной части системы располагается Печоро-Колвинская тектоническая зона, в которой известны: Печоро-Кожвинский мегавал (400 × 35 км), ограниченный разломами, Денисовский прогиб (400 км), представленный чередованием валов и разделяющих их локальных погружений, где фундамент погружается на 6–7 км, и Колвинский мегавал (350 × 25 км). В последнем наблюдается резкая дифференциация структурных поверхностей. По кровле доманиковых отложений соседствуют глубоко погруженные (до 4,8 км) и относительно приподнятые (до 2 км) блоки. Согласно тектонической карте, составленной под редакцией В. И. Богацкого и В. А. Дедеева, в общую клинораздвиговую Тимано-Печорскую систему вписываются направленные к вершине угла клиновидные прогибы и впадины второго порядка (Ижемская, Хорейверская и Косью-Роговская).

В работе В. Б. Арчегова Тимано-Печорская НГП характеризуется в плане чередованием дислоцированных мобильных зон и относительно просто построенных областей (рис. 1). Такое сложное строение структуры не соответствует употребленному для нее термину «синеклиза», что подтверждает, например, характеристика Печоро-Кожвинского мегавала, описываемого иногда неправильно применяемым к нему термином «авлакоген». Он состоит из протяженных линейных структур, в свою очередь состоящих из узких поднятых и опущенных зон. Часть впадин образуют узкие межразломные структуры. Другие, более пологие и широкие, — моноклиналы и седловины. Вряд ли справедливо называть Тимано-Печорскую структуру «молодой платформой», хотя мезозойский чехол на геологической карте занимает довольно большую площадь.

Подчеркнем наличие в системе восьми (!) нефтегазоносных комплексов: 1 — ордовикско-раннедевонского, 2 — среднедевонско-позднефаменского (25 % начальных потенциальных ресурсов углеводородов), 3 — позднефранко-фаменского, 4 — раннекаменноугольного, 5 — ранне-позднепермского (38 % начальных потенциальных ресурсов углеводородов), 6 — раннепермского, 7 — позднепермского, 8 — мезозойского.

Виллюйская ангулярная структура вклинивается между Анабарским и Алдано-Становым щитами и образует характерную структуру внутреннего, входящего в Сибирскую платформу угла. Геофизические данные свидетельствуют о резко расчлененном фундаменте. В наиболее значительных впадинах он располагается на глубинах 6–14 км. В Виллюйской системе геотермический градиент интенсивно нарастает от бортов к наиболее погруженным частям от 2,5 до 3,5 °C/100 м и более, а тепловой поток — от 50 до 70 мВт/м². Ранний этап формирования системы относится (по Н. С. Маличу) к палеоавлакогену, прослеженному с рифея (0,9–0,62 млрд лет). Он выделяется по кровле венда (юдомия). Вендское карбонатакопление после перерыва сменилось красноцветными галечными и молассоидными образованиями. Известны здесь девонские соляные диапиры, а также широко проявлены толеит-долеритовый, трахибазальтовый и кимберлитовый магматизм, связанный, возможно, с рифтогенным процессом. Так принято считать, что именно со среднего палеозоя намечается структура рифта, составляющая угол с вершиной на западе. В это время предполагается утонение коры и существенная переработка кристаллического фундамента. Е. Е. Милановский считает ее палеорифтовой структурой и различает в ней горстовые поднятия и грабенообразные впадины. Согласно Г. С. Фрадкину и др. границы Виллюйской клинораздвиговой системы определяются Хорго-чумской и Бес-Кюельской флексурами (рис. 2, *A*), контролирующими распределение мощностей толщ среднего–верхнего палеозоя и мезозоя. Вдоль этих ограничений прослеживаются до глубин 50–100 км плотностные уступы. Менее протяженные уступы

трансируются вдоль границ впадин и поднятий, а также по обрамлению Хапчагайского мегавала до глубин 30–50 км.

Как и в Тимано-Печорском, в Вилюйском ангуляре нефтегазоносные залежи многоэтажные. Продуктивные комплексы верхнепермские, нижнетриасовые и нижнеюрские. Предпочтительно они располагаются на Хапчагайском мегавале и его склонах. Выделяются и валы (Средневилюйский, Мастахский и др.) и куполовидные поднятия. Так например, в структуре Усть-Вилюйского газоконденсатного месторождения различается двухкупольная брахиантиклиналь. Преобладают в Вилюйской клинораздвиговой структуре газоконденсатные месторождения.

Свое видение нефтегазоносности Вилюйского клинораздвигу принадлежит якутским геологам [9], (рис. 2, Б). В среднепалеогеновом структурном ярусе выделяются рифтогенные структуры и ряд поднятий: краевых — Джарджанское и Якутское и центральное — Сунтарское.

Все сказанное позволяет наметить длительное сложное развитие этой системы на востоке Сибирской платформы и выявить известные черты сходства с Тимано-Печорской клинораздвиговой системой. Разведанные запасы углеводородов и основной объем прогнозных ресурсов в регионе связывают с верхнепалеозойско-юрскими отложениями.

Онежская оvoidная структура является уникальной не только для Восточно-Европейской платформы, но и других платформ мира. Структура принадлежит к активно эволюционирующим в течение палеопротерозоя—неопротерозоя (2,3–0,9 млрд лет) тектоническим образованиям. Она также отличается многогранной неординарной мигрированием. За последние годы ее особенности ши-

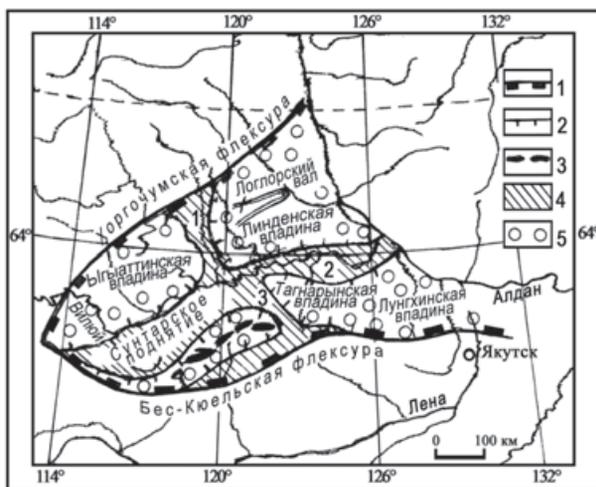
роко освещены в литературе [2, 3, 5, 8, 10]. Наиболее полное ее описание сделано М. Г. Леоновым, Н. Н. Трофимовым и А. И. Голубевым в 2004 г.

Онежская структура (ОС) неправильной овальной формы вписывается в архейскую раму. Одновременно она по [2] входит в юго-восточный межразломный угол Балтийского щита, ответвляющийся от раннепротерозойской рифтогенной системы (рис. 3).

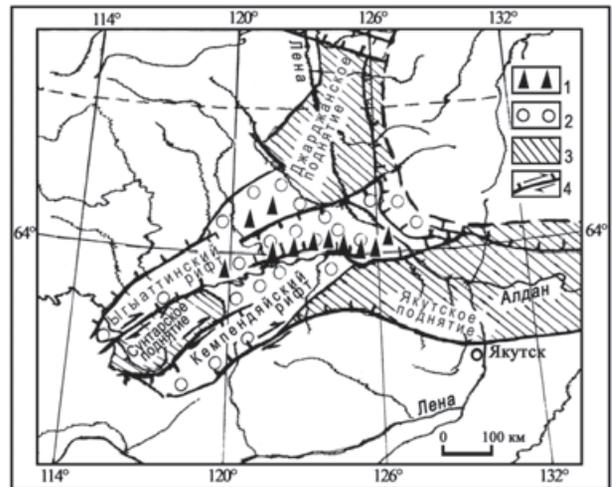
В истории развития ОС различаются эпохи с преобладанием сидементогенного режима, сопровождаемого глубинными (верхнемантийными) термохимическими восходящими процессами, и эпохи рифтогенеза с активным магматизмом. Находит себе место и своеобразие складкообразования. Отсюда следует специфичность и сложность ОС.

Существуют и экзотические представления о формировании ОС. В. В. Куликова и ее соавторы (2005) обсудили астроблемное происхождение оваллоида. Ссылаясь на статью В. И. Фельдмана (1999) и свои исследования они указывают, что падение метеорита произошло 1770–1740 млн лет назад. В районе Центрального поднятия (мишени) обнаружено более 100 зерен алмазов.

Ниже обсуждаются особенности строения и развития ОС, преимущественно по М. Г. Леонову [8], Н. Н. Трофимову и А. И. Голубеву [10] и Н. Т. Кочневой и др. [5]. Площадь ОС составляет 14 тыс. км² и расположена она на архейском гранит-зеленокаменном фундаменте. На нем несогласно залегают палеопротерозойские толщи: ятулий (2,3–2,1 млрд лет) с осадочными мелководными образованиями и вулканитами (базальты, андезитобазальты, андезиты), а также силлы габбро-долеритов; людиковий (2,1–2,0 млрд лет) включает карбонатные и шунгитовые сланцы, песчани-



А



Б

Рис. 2. Вилюйский клинораздвиг

А. Главные структурные элементы. (По Г. С. Фраднину, М. В. Болдыреву и др., 1983, с изменениями)
1 – границы клинораздвигу; 2 – границы структурных элементов; 3 – основные месторождения соли; 4 – мегавалы, валы и поднятия; 5 – впадины.

Б. Тектонические структуры и месторождения углеводородов. (По [9], с изменениями)

1 – газовые, газоконденсатные и нефтяные месторождения; 2 – рифты; 3 – поднятия; 4 – разломы

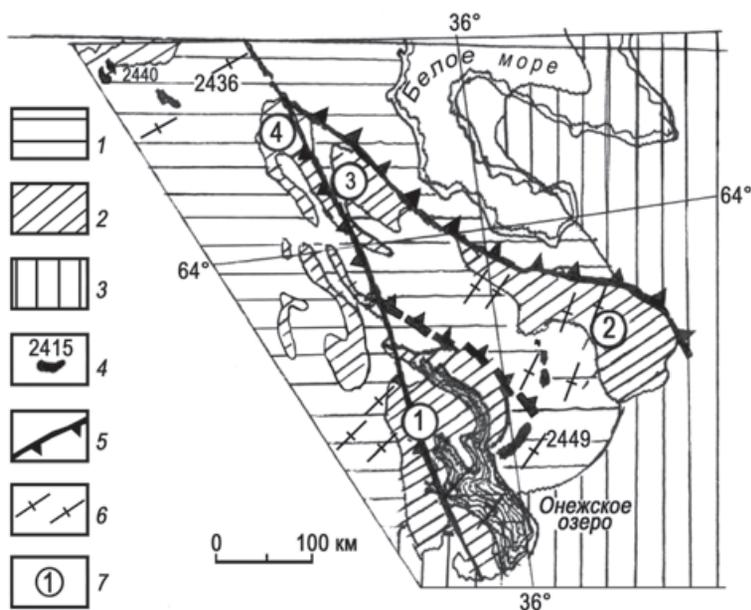


Рис. 3. Юго-Восточное окончание Беломорско-Лапландской рифтогенной (ангулярной) структуры. (По [2], с изменениями)

1 – AR; 2 – вулканогенно-осадочные комплексы PR_1 ; 3 – фанерозой; 4 – расслоенные интрузии (PR_1) и их радиологический возраст; 5 – границы зоны рифта; 6 – поперечные зоны растяжения; 7 – номера структур компенсационного прогиба (PR_1): 1 – Онежская, 2 – Ветренный пояс, 3 – Лехтинская, 4 – Шомбозерская

ки и известняки, а также вулканы (субщелочные, базальты и их туфы, пикритовые порфириды); веписий (1,9–1,65 млн лет) — накапливались молассовые аркозовые песчаники, гравелиты. Этот этап по [2] соответствует активизации линейных зон складчато-разрывных дислокаций и проявлений щелочно-карбонатного метасоматоза с ванадиевой и благородно-полиметаллической минерализацией. Установлено также несколько генераций радиоактивных минералов (1,7 млн лет).

Известная уникальная специфичность Онежской структуры — наличие мощных слоев шунгитов, образующих крупные месторождения в людиковии. По масштабу концентрирования восстановленных форм углерода в раннем протерозое ОС — неповторимый нигде в мире объект. «Мощность высокоуглеродистых пластов шунгитов достигает 35 м и в диапироподобных структурах — 120 м при среднем содержании углерода 33 % ... Это свидетельствует о высокой флюидной активности» [2, с. 28].

В тектоническом плане в Онежском овале различаются — складчатая структура, представленная согласно [8] чередованием узких линейных антиклиналей и относительно широких плоских синклиналей, усложненных сбросо-сдвигами; антиклинали — узкие, пережатые складки гребневидной и грибовидной форм; синклинали, имеющие широкое плоское днище (рис. 4).

Сложная модель формирования Онежской тектонической депрессии [3] предполагает развитие архейских сдвигов, контролировавших размещение рифтогенных структур. Вслед за этим в позднем ятулии обособилась Онежская депрессия. В позднем людиковии (2,05–1,9 млрд лет) она представляла надплумовую вулканическую структуру. В калевии (1,95–1,8 млрд лет) и позднее магматизм угас и появились бассейны с молассоидными толщами.

Представляется полезным привести морфо-структурную схему северной (Заонежской) части ОС, показывающей наследование современного рельефа от более древних структурных форм (рис. 5).

Подводя итоги обсуждения геологии и минерагении ОС следует остановиться на рациональном ее названии. Несомненно следует исключить термин «мульда» (немецкое Mulde — корыто). Под ним русские и зарубежные словари справедливо обозначают «пологие тектонические прогибы в форме синклинали» (Геологический словарь, т. 1 М. 1973, с. 485). Считают также, что мульда и бассейн (basin) — синонимы (Дж. Деннис, 1971; Г. Муравски, 1980). Учитывая весь комплекс событий формирования ОС важной доминантой был процесс рифтогенеза с существенной магматической составляющей.

Вопросов минерагении касались все упомянутые выше исследователи. Наиболее подробная сводка принадлежит Н. Т. Кочневой, Р. В. Лобзовой и Л. П. Галдобинной [5]. На рис. 6 показаны важнейшие месторождения. Выделяются два центра — северный с наиболее разнообразной минерагенией и юго-западный с преобладанием шунгитовой минерализацией, о которой сказано выше.

Четвертый уникальной структурой, относящейся к типу глубинных осадочных бассейнов, является **Прикаспийская**. Наиболее нейтральный, широко употребляемый термин «впадина» (также «безграничная впадина»). В новых исследованиях [4, 11], опирающихся на детальные геофизические исследования понятие «синеклиза», употребляемое во многих работах, отсутствует.

Сущность этой структуры раскрывается при рассмотрении карты поверхности ее фундамента; «...главной тектонической доминантой в основании впадины, *предопределившей ее возникновение и*

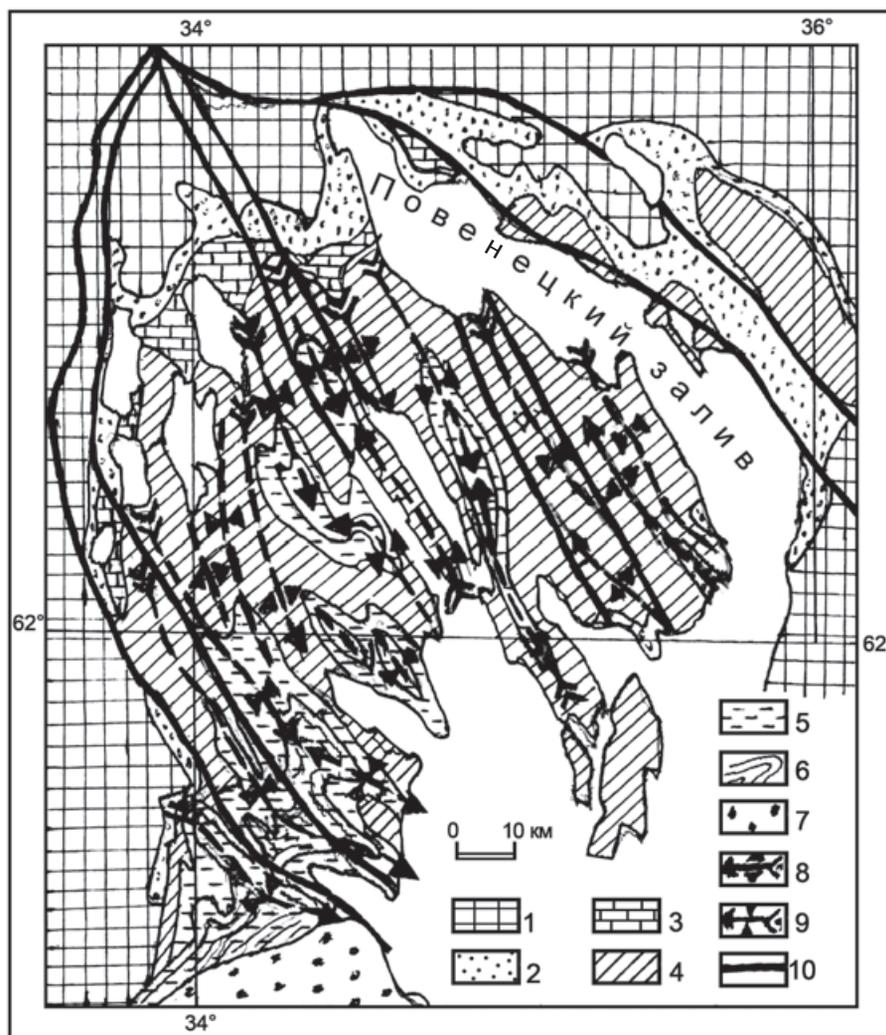


Рис. 4. Структурно-геологическая схема Онежской структуры. (По [8], с сокращениями)

1 – архей; 2–7 – нижний протерозой: 2 – сумий, сариолий, нижний ятулий, 3 – верхний ятулий; 4–5 – людиковий: 4 – заонежская свита, 5 – суйсарская свита; 6 – калевий; 7 – вепсий; 8–9 – осевые плоскости: 8 – антиклинали, 9 – синклинали; 10 – граничные и внутрискрутурные разломы

последующее развитие, является Центрально-Прикаспийская рифтовая система (курсив мой — Л. К.) [4, 11]. Не трудно заметить (рис. 7), прослеживая контур этой системы, ее выклинивание на востоке. Одновременно наблюдается и асимметричность этой глубинной структуры — северный борт крутой, а южный значительно положе. Максимальная ширина ангуляра 120–180 км и далее она резко сужается до 15 км. Соглашаясь с рифтогенной природой раннего (скорее всего позднерифейского) развития этой структуры, ее [7] следует отнести к **клинораздвиговой системе**.

Сводный разрез подсолевых отложений седиментогенного чехла имеет венд (?)—нижнепермский возраст, соленосный комплекс кунгурский и казанский, а молассоидные и эпиконтинентальные накопления верхнепермский—кайнозойский [4].

Предавая значение мощному чехлу многие авторы употребляют термин «Прикаспийская синеклиза». В этом случае следует ее называть «**глубинной синеклизой**» или, что то же самое, «батисинеклизой». Однако, как было показано выше, в ее формировании в *раннюю стадию* решающее значение имели клинораздвиговые процессы.

В заключение оценим тектонические и геодинамические особенности этих неординарных структур:

I. Все они занимают периферическое положение по отношению к смежным геологическим образованиям, что создает особые геодинамические условия их формирования. Неоднородность литосферы этих структур — результат всей предшествующей эволюции и подчеркивает их подвижность с закономерным сочетанием горизонтальных раздвиговых (включая pull-apart) и вертикальных движений.

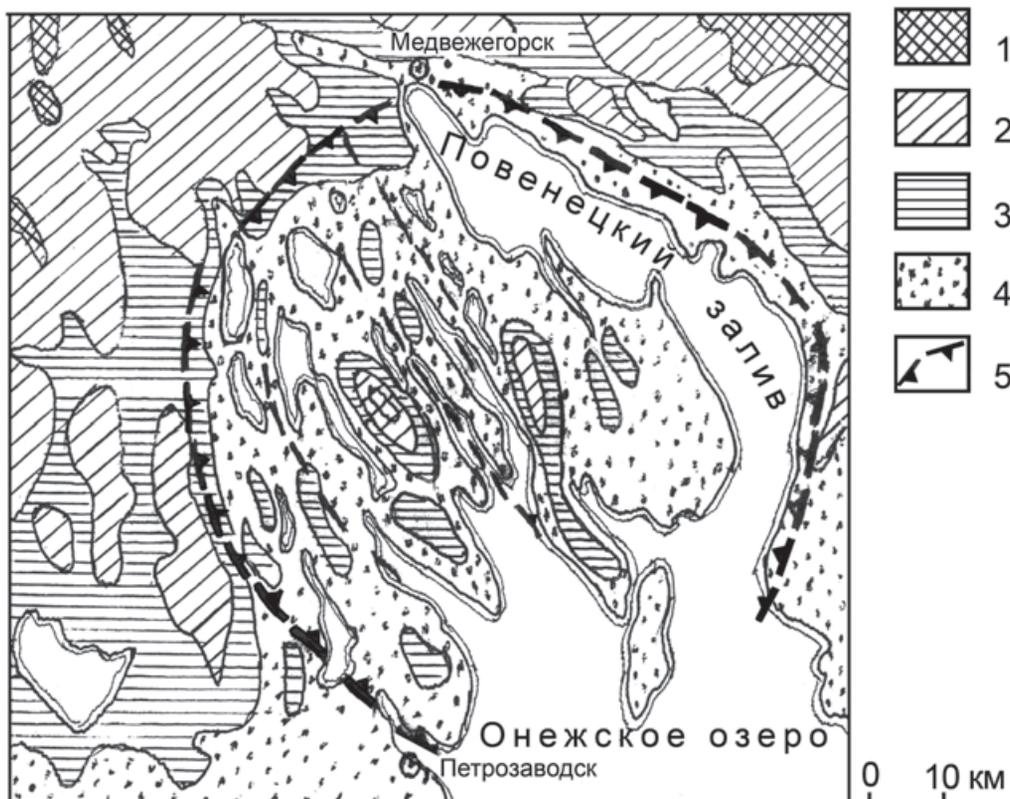


Рис. 5. Морфоструктуры. Схема Заонежской кольцевой структуры. (По [5], с сокращениями)

1–4 – гипсометрические уровни: 1 – > 200, 2 – 150–200, 3 – 100–150, 4 – < 100; 5 – граница структуры.

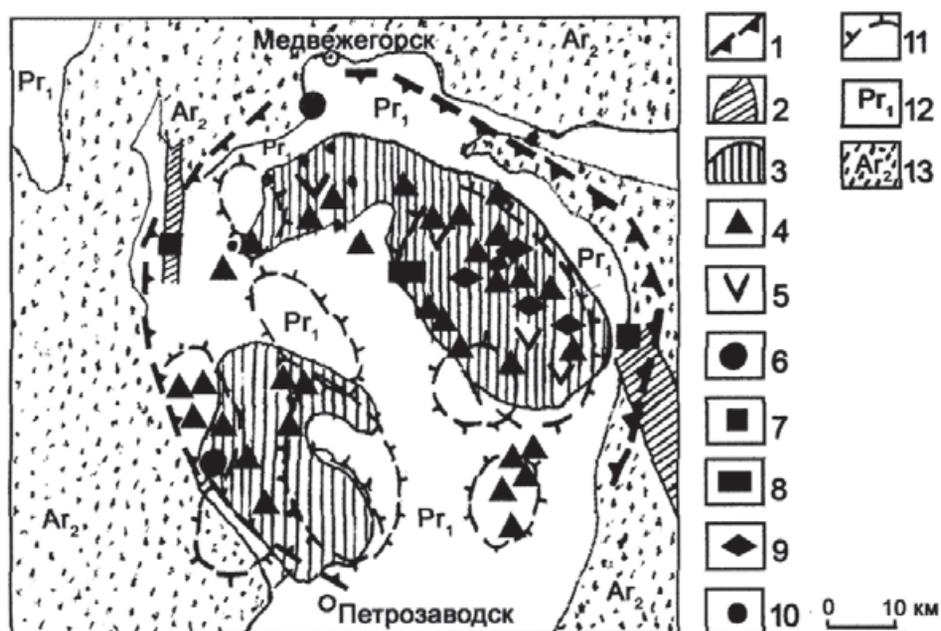


Рис. 6. Схема месторождений и рудопроявлений Заонежской структуры. (По [5], с сокращениями)

1 – границы структуры; 2–3 – ореолы: 2 – железорудной, 3 – медной и полиметаллической минерализации; 4–10 – месторождения и рудопроявления: 4 – шунгитовых пород, 5 – ванадия, 6 – медные (и полиметаллические), 7 – железо и железотитановые, 8–9 – медные, 10 – платинометалльные (комплексные); 11 – вероятные кольцевые структуры; 12 – нижний протерозой; 13 – верхний архей

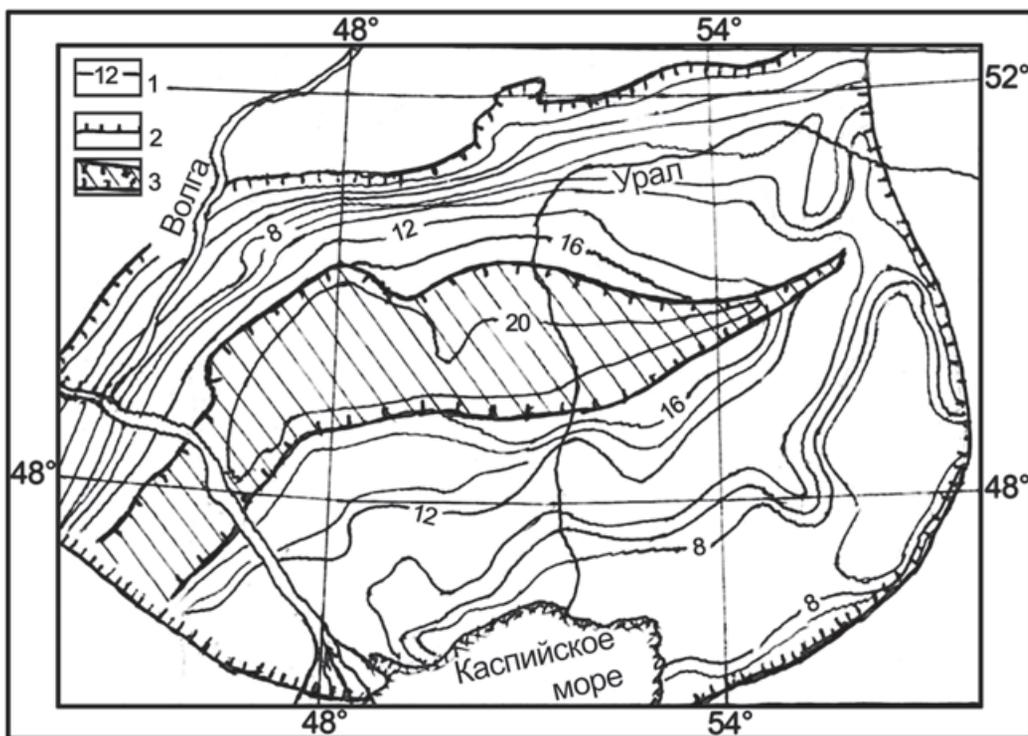


Рис. 7. Поверхность фундамента Прикаспийской глубинной синеклизы. (По [11])

1 – изолинии залегания поверхности фундамента; 2–3 – границы: 2 – Прикаспийской структуры, 3 – Центральной (наиболее погруженной до 20 км) клинораздвиговой зоны

II. Процессы рифтогенеза (существенно асимметричного), особенно в ранней стадии развития, присущи всем структурам. Почти для всех характерна клинораздвиговая составляющая, сопровождающаяся активным магматизмом (с преобладанием вулканических ассоциаций в Онежской структуре).

III. Все описанные структуры вписываются в древнюю раннедокембрийскую раму, разрушая кристаллический фундамент вероятными тройными сочленениями глубинных разломов при сопровождающем влиянии астеносферных диапиров клиновидной или грибовидной (для овалоидов) формы.

IV. Природные условия формирования ангулярных и овоидных структур содействовали их важному промышленному использованию в качестве нефтегазоносных (Тимано-Печорская и Прикаспийская), газонефтеносной (Вилуйская) и потенциальной промышленной комплексной рудоносной (Онежская). Последняя обладает также единственной в мире шунгитовой высокоуглеродистой породой хемогенно-осадочного и хемогенного происхождения.

V. Рассмотрение многочисленных терминов, употребляемых для всех четырех структур, указывает не только на частое неправильное их применение, но и на более серьезную проблему — отсутствие строгой научной терминологии в тектонике. Автор в статье «Нужен ли тектонический кодекс?» (Геотектоника, 1994, № 4, с. 80–84) от-

ветил отрицательно на это вопрос и рекомендовал ограничиться лишь «Сводом правил и рекомендаций».

Обращаясь к современной российской геологической литературе, бросается в глаза широкое использование иностранных терминов — «индентор», «террейн», «слэб» и др. Менее повезло терминам, предложенным в нашей стране, — «нуклеар», «геоблок», «геораздел» и др.

Привлекая внимание к названиям неординарных структур, рассмотренных выше, предлагаю дать возможность обсудить для использования следующие термины: «ангуляр», «клинораздвиг», «глубинная синеклиза» и «рифтогенный овалоид».

1. Арчegov В. Б. Некоторые вопросы нефтегазоносности фундаментов, древних осадочных толщ и примеры блокового строения нефтегазовых бассейнов // Блоковое строение Земной коры и нефтегазоносность: Сб. статей. СПб. 2000. С. 133–143.

2. Голубев А. И., Шаров Н. В., Хазов Р. А. Особенности глубинного строения м минералогия Карелии на примере Онежского и Ладожского рудных районов // Материалы XXX тектонического совещания. М., 2005. С. 153–156.

3. Колодяжный С. Ю. Модель формирования Онежской тектонической депрессии и сдвиговых зон центральной части Карельского массива Балтийского щита // Материалы XXXI тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2006. С. 336–340.

4. *Костюченко С. Л., Егоркин А. В.* Прикаспийский задуговый палеобассейн — новый взгляд на ранние этапы эволюции // Разведка и охрана недр, 2004. № 4. С. 18–20.
5. *Кочнева Н. Т., Лобзова Р. В., Галдобина Л. П.* Особенности строения и металлогении Онежской мульды // Изв. вузов. Геология и разведка. 2004. № 2. С. 3–9.
6. *Красный Л. И.* О клиновидных структурах в граничных углах // Геотектоника, 1987, № 4. С. 3–18.
7. *Красный Л. И.* Ангулярная тектоника и ее минерагеническое значение // Тихоокеанская геология. 1993. № 6. С. 16–23.
8. *Леонов М. Г.* Онежская мульда и Мичиганский бассейн: сравнительная геодинамика и образование внутриплитных отрицательных морфоструктур // Геотектоника, 2004. № 3. С. 31–51.
9. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: Наука / Интерпериодика, 2001. 571 с.
10. *Трофимов Н. Н., Голубев А. И.* Геодинамическая позиция перспективных платиноносных формирований Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск. 2004. № 6. С. 26–33.
11. *Федоров Д. Л.* Структуры поверхности фундамента Прикаспийской впадины // Разведка и охрана недр. 2003. № 3. С. 11–12.
12. *Шатский Н. С.* Большой Донбасс и система Вичита // Избр. труды. Т. II. М.: Наука. 1964. С. 426–458.